Amorti: Jurnal Studi Islam Interdisipliner
Vol. 5, No. 2, April 2026, pp. 1603-1614
http://journal.amorfati.id/index.php/amorti | | ISSN 2962-9209

Interdisciplinary Scope of Contemporary Islamic Studies • Interdisciplinary Islamic Education • Interdisciplinary Islamic Law, Ethics, and Fatwa Studies • Interdisciplinary Islamic Economics, Finance, and Philanthropy • Islam, Society, and Culture • Islam, Politics, Governance, and Public Policy • Islam, Gender, Family, and Human Rights • Islam, Media, Communication, and Digital Da'wah • Islam, Health, Environment, and Sustainable Development • Islam, Science, Technology, Artificial Intelligence, and Digital Transformation

Efisiensi Administrasi Evaluasi Pembelajaran Melalui Implementasi *Computer-Based Test* Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam

Deni Saputra [a,1*], Rahman Sihab [b,2], Nurdin [c,3]

[*a,b,c] Universitas Islam Negeri Kendari, Indonesia
[1]denhysptra@gmail.com; [2]rahmanpesdin@gmail.com; [3]nurdinkarim@gmail.com
*Deni Saputra; denhysptra@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history
Received:
22 January 2026
Revised:
23 February 2026
Accepted:
01 March 2026
Available online:
19 April 2026

Keywords
Computer-Based Test (CBT)
Efisiensi Administrasi Evaluasi Pembelajaran Pendidikan Agama Islam

ABSTRACT

Penggunaan Paper-Based Test (PBT) dalam evaluasi pembelajaran di sekolah masih menyisakan berbagai persoalan, mulai dari tingginya biaya operasional, panjangnya waktu koreksi, hingga terbatasnya kemampuan analisis hasil ujian secara mendalam. Kajian pustaka ini bertujuan menganalisis konsep dan landasan teori *Computer-Based Test* (CBT), metodologi pengembangan sistemnya, serta kontribusinya terhadap efisiensi administrasi evaluasi pembelajaran, dengan penekanan khusus pada konteks Pendidikan Agama Islam (PAI). Kajian dilakukan melalui studi kepustakaan (library research) dengan menelaah literatur konseptual mengenai Item Response Theory, model pengembangan sistem Waterfall dan Agile, serta model desain instruksional ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi CBT mampu memangkas waktu koreksi hingga 75% dan menekan biaya operasional jangka panjang sebesar 30-50%, sekaligus meringankan beban kerja guru dalam pengoreksian manual (Nurhidayah, 2020). Dalam pembelajaran PAI, CBT berbasis multimedia terbukti meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan menurunkan kecemasan ujian, sekaligus mengakomodasi penilaian kognitif, afektif, dan psikomotorik secara lebih komprehensif. Tantangan keterbatasan infrastruktur dan literasi digital dapat diatasi melalui skema CBT offline, Bring Your Own Device (BYOD), dan pelatihan guru yang terstruktur. Implikasinya, sekolah berbasis keagamaan perlu menyusun peta jalan adopsi CBT yang mempertimbangkan kesiapan infrastruktur dan kapasitas sumber daya manusia.

This is an open-access article under the CC–BY-SA license.

Introduction

Transformasi digital dalam dunia pendidikan menuntut adanya inovasi berkelanjutan pada seluruh komponen pembelajaran, termasuk pada aspek evaluasi. Evaluasi pembelajaran berfungsi penting untuk mengukur ketercapaian tujuan pendidikan secara terstruktur dan berkelanjutan, mulai dari perencanaan instrumen, pelaksanaan pengukuran, hingga

pemanfaatan hasil sebagai dasar pengambilan keputusan pedagogis (Arikunto, 2013; Arifin, 2014). Ketepatan proses evaluasi sangat menentukan kualitas umpan balik yang diterima peserta didik maupun pendidik, sehingga desain sistem evaluasi tidak dapat dipandang sebagai aspek administratif semata, melainkan bagian integral dari mutu pembelajaran itu sendiri.

Namun demikian, pelaksanaan evaluasi konvensional berbasis kertas (*Paper-Based Test*/PBT) yang masih mendominasi satuan pendidikan di Indonesia menyisakan berbagai kendala struktural. Sistem PBT membutuhkan biaya operasional yang besar untuk pencetakan, penggandaan, dan distribusi naskah soal; waktu koreksi yang panjang, terutama pada ujian dengan jumlah peserta besar; tingginya risiko subjektivitas penilai pada soal uraian; serta kerentanan keamanan naskah soal akibat proses distribusi fisik yang melibatkan banyak pihak (Arifin, 2014). Persoalan tersebut semakin terasa ketika sekolah dituntut menyelenggarakan evaluasi secara serentak dengan waktu pelaporan hasil yang singkat.

Persoalan efisiensi administrasi evaluasi ini menjadi semakin mendesak mengingat beban kerja guru di Indonesia yang tidak hanya mencakup penyelenggaraan ujian, tetapi juga penyusunan administrasi pembelajaran lain seperti rencana pelaksanaan pembelajaran, penilaian harian, dan pelaporan capaian kompetensi kepada orang tua. Ketika waktu guru banyak tersita oleh proses koreksi manual yang berulang pada setiap periode ujian, alokasi waktu untuk kegiatan inti pembelajaran seperti perencanaan strategi pengajaran yang inovatif atau pemberian bimbingan individual kepada peserta didik yang tertinggal turut berkurang. Dengan demikian, persoalan efisiensi evaluasi tidak dapat dipandang sebagai isu teknis administratif semata, melainkan berkaitan langsung dengan kualitas proses pembelajaran secara keseluruhan.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, *Computer-Based Test* (CBT) hadir sebagai pendekatan evaluasi berbasis media digital yang merekam dan mengolah hasil ujian secara otomatis (Bartram dan Hambleton, 2006). Pemerintah Indonesia telah membuktikan efektivitas CBT melalui program Ujian Nasional Berbasis Komputer (UNBK) yang terbukti meningkatkan integritas pelaksanaan ujian sekaligus menekan biaya logistik penyelenggaraan. Meskipun demikian, tingkat kesiapan infrastruktur di berbagai daerah masih sangat timpang; survei nasional yang dilakukan Suryadi dan Farida (2020) melaporkan bahwa sekitar 62% sekolah di Indonesia belum memiliki sarana pendukung CBT yang memadai, baik dari sisi perangkat keras, jaringan, maupun kesiapan sumber daya manusia pengelolanya.

Fenomena ketimpangan kesiapan digital tersebut tidak dapat dilepaskan dari konteks geografis dan sosial-ekonomi Indonesia yang sangat beragam. Sekolah di kawasan perkotaan umumnya lebih siap mengadopsi CBT dibandingkan sekolah di kawasan pedesaan atau daerah tertinggal, terpencil, dan terdepan (3T), baik dari sisi ketersediaan listrik dan jaringan internet maupun kemampuan pembiayaan pengadaan perangkat. Kondisi ini menuntut strategi implementasi CBT yang tidak seragam, melainkan disesuaikan dengan tipologi kesiapan masing-masing sekolah, termasuk sekolah-sekolah berbasis keagamaan yang tersebar di berbagai wilayah dengan karakteristik infrastruktur yang beragam pula.

Dalam mata pelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI), evaluasi tidak hanya terbatas pada pencapaian aspek kognitif, melainkan juga menyentuh aspek afektif (sikap keberagamaan) dan psikomotorik (praktik ibadah). Karakteristik ini menuntut instrumen evaluasi yang lebih kaya dari sekadar soal pilihan ganda berbasis teks. Oleh karena itu, sistem CBT yang dikembangkan di lingkungan sekolah berbasis keagamaan dituntut untuk mampu mengakomodasi karakteristik instrumen PAI secara komprehensif, termasuk melalui pemanfaatan elemen multimedia seperti audio bacaan Al-Qur'an, ilustrasi visual tata cara ibadah, dan simulasi video peragaan gerakan shalat (Mayer, 2009).

Berangkat dari persoalan tersebut, artikel ini disusun untuk menjawab tiga pertanyaan

utama: (1) bagaimana landasan konsep dan teori yang mendasari pengembangan CBT; (2) bagaimana metodologi pengembangan sistem CBT yang relevan diterapkan di lingkungan sekolah; dan (3) sejauh mana penerapan CBT berkontribusi terhadap efisiensi administrasi evaluasi pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran PAI, beserta tantangan dan strategi solusi implementasinya. Dengan demikian, artikel ini bertujuan menganalisis konsep dan landasan teori CBT, metodologi pengembangannya, dampaknya terhadap efisiensi administrasi evaluasi, serta merumuskan solusi atas tantangan implementasinya di sekolah, khususnya pada konteks pembelajaran PAI.

Kajian mengenai CBT sesungguhnya bukan wacana baru dalam literatur pendidikan maupun psikometri internasional; berbagai studi telah membahas kesetaraan psikometrik antara moda kertas dan komputer (Mead dan Drasgow, 1993; Noyes dan Garland, 2008) maupun model-model pengujian adaptif berbasis komputer (Luecht dan Sireci, 2011). Meskipun demikian, penelusuran terhadap literatur yang ada menunjukkan setidaknya tiga kesenjangan penelitian (research gap) yang relevan bagi kajian ini. Pertama, kajian-kajian tersebut umumnya membahas efisiensi administrasi CBT secara generik pada evaluasi kognitif, tanpa mengaitkannya secara eksplisit dengan karakteristik evaluasi yang multidimensional sebagaimana dituntut oleh mata pelajaran PAI. Kedua, sebagian besar penelitian domestik cenderung memposisikan CBT sekadar sebagai pengganti teknis Paper-Based Test, tanpa menelaah secara khusus bagaimana instrumen CBT dapat mengakomodasi penilaian sikap keberagamaan (ranah afektif) dan praktik ibadah (ranah psikomotorik) yang menjadi ciri khas evaluasi PAI. Ketiga, belum ditemukan kajian yang mensintesiskan secara terintegrasi landasan psikometri (IRT), metodologi rekayasa perangkat lunak (Waterfall, Agile, ADDIE), dan pedagogi PAI dalam satu kerangka pembahasan yang koheren. Relevansi CBT bagi PAI terletak justru pada kemampuannya mengakomodasi penilaian yang tidak hanya kognitif, tetapi juga afektif dan psikomotorik, melalui elemen multimedia yang sulit dihadirkan pada moda ujian kertas konvensional, sehingga kesenjangan literatur di atas menjadi semakin relevan untuk dijembatani. Novelti (kebaruan) artikel ini terletak pada upaya menjembatani ketiga kesenjangan tersebut melalui sintesis konsep lintas disiplin, mulai dari psikometri, rekayasa perangkat lunak, hingga pedagogi PAI, sehingga menghasilkan kerangka konseptual yang secara spesifik menghubungkan efisiensi administrasi evaluasi dengan karakteristik multidimensional pembelajaran PAI, suatu keterkaitan yang belum banyak dieksplorasi secara terintegrasi dalam khazanah literatur CBT, baik nasional maupun internasional.

Method

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan kajian pustaka (*library research*) dengan metode deskriptif-kualitatif. Pendekatan ini dipilih karena tujuan kajian bersifat konseptual-analitis, yaitu menelaah dan mensintesiskan teori, model pengembangan sistem, serta temuan-temuan penelitian terdahulu terkait CBT dan penerapannya dalam evaluasi pembelajaran, tanpa melibatkan pengumpulan data primer di lapangan.

Sumber data yang digunakan terdiri atas literatur primer berupa artikel jurnal ilmiah nasional dan internasional yang relevan dengan topik *Computer-Based Test*, *Item Response Theory*, rekayasa perangkat lunak, dan evaluasi pembelajaran PAI, serta literatur sekunder berupa buku teks dan laporan penelitian yang menjadi rujukan konseptual utama, seperti model pengembangan sistem menurut Sommerville (2016) dan Pressman (2015), serta model desain instruksional ADDIE menurut Branch (2009). Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data dan mesin pencari akademik Google Scholar, Scopus, dan ERIC (Education Resources Information Center) untuk menjangkau publikasi internasional, serta portal Garuda dan SINTA untuk menjangkau publikasi nasional terindeks. Untuk memenuhi kebutuhan aktualitas data, penelusuran dibatasi pada artikel jurnal yang terbit dalam rentang tahun 2013–2023 (sepuluh tahun terakhir), sedangkan buku teks metodologis yang bersifat seminal, seperti rujukan psikometri dan rekayasa perangkat lunak klasik, tetap digunakan sebagai landasan konsep dasar tanpa dibatasi tahun terbit.

Prosedur kajian dilakukan melalui empat tahap. Pertama, penelusuran literatur menggunakan kombinasi kata kunci *Computer-Based Test* beserta variasi gabungannya, yaitu Computer-Based Test AND efisiensi administrasi, Computer-Based Test AND Pendidikan Agama Islam, serta evaluasi pembelajaran AND berbasis komputer, yang diterapkan pada basis data dan mesin pencari akademik yang telah disebutkan sebelumnya. Kedua, seleksi literatur dilakukan berdasarkan kriteria inklusi, yaitu artikel berbahasa Indonesia atau Inggris yang diterbitkan pada jurnal ilmiah terindeks (nasional maupun internasional) dalam rentang tahun 2013–2023 serta membahas secara langsung konsep, metodologi, atau dampak CBT dalam konteks evaluasi pembelajaran. Kriteria eksklusi meliputi artikel non-ilmiah (blog, opini populer tanpa tinjauan sejawat), artikel yang membahas CBT di luar konteks pendidikan (misalnya rekrutmen kerja atau sertifikasi profesi non-akademik), serta artikel duplikat atau yang tidak dapat diakses secara penuh (full text). Proses seleksi dilakukan secara bertahap, dimulai dari penyaringan judul dan abstrak, dilanjutkan dengan pembacaan teks lengkap terhadap artikel yang lolos penyaringan awal, hingga diperoleh kumpulan literatur akhir yang relevan dengan fokus kajian. Ketiga, analisis isi (content analysis) dilakukan terhadap masing-masing sumber terpilih untuk mengidentifikasi konsep kunci, metodologi pengembangan, dan temuan empiris terkait efisiensi. Keempat, sintesis temuan dilakukan ke dalam kerangka pembahasan yang terstruktur, meliputi landasan konseptual CBT, metodologi pengembangan sistem, dan dampaknya terhadap efisiensi administrasi evaluasi PAI. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan mengategorikan temuan berdasarkan tiga fokus kajian, yaitu aspek konseptual-teoretis, aspek metodologis-teknis, dan aspek dampak praktis di lapangan.

Sebagai kajian pustaka, artikel ini memiliki keterbatasan metodologis yang perlu diakui secara jujur. Pertama, temuan mengenai persentase efisiensi waktu, biaya, dan dampak psikologis terhadap peserta didik bersumber dari konteks penelitian masing-masing studi rujukan yang memiliki karakteristik populasi dan setting berbeda, sehingga generalisasi angka tersebut ke konteks sekolah lain perlu dilakukan secara hati-hati. Kedua, kajian ini belum melibatkan verifikasi lapangan langsung terhadap implementasi CBT pada sekolah berbasis keagamaan, sehingga sintesis yang dihasilkan bersifat konseptual dan memerlukan konfirmasi empiris lebih lanjut melalui penelitian primer, baik berupa studi kasus, survei, maupun eksperimen semu, pada tahap penelitian berikutnya.

Hasil dan Pembahasan

Landasan Konseptual *Computer-Based Test*

Computer-Based Test (CBT) mencakup spektrum pengujian berbasis komputer yang luas, mulai dari format konvensional yang sekadar didigitalisasi (*linear on-screen testing*) hingga *Computerized Adaptive Testing* (CAT) yang memanfaatkan *Item Response Theory* (IRT) untuk menyesuaikan tingkat kesulitan soal dengan kemampuan peserta secara dinamis (Bartram dan Hambleton, 2006; Luecht dan Sireci, 2011). Berdasarkan IRT, hubungan antara kemampuan laten peserta tes (theta) dan probabilitas menjawab benar suatu butir soal dapat diukur secara presisi melalui fungsi karakteristik butir (*item characteristic curve*), sehingga sistem mampu menyajikan soal dengan tingkat kesulitan yang proporsional bagi setiap peserta (Hambleton, Swaminathan dan Rogers, 1991).

Selain itu, penerapan CBT sejalan dengan prinsip *Assessment for Learning* (AfL) yang menekankan pentingnya umpan balik segera (*immediate feedback*) sebagai bagian dari proses belajar, bukan semata-mata alat pengukuran akhir (Black dan Wiliam, 1998). Prinsip ini relevan dengan karakteristik CBT yang mampu menghasilkan skor dan analisis hasil secara instan setelah ujian selesai. Landasan konseptual lain yang tidak kalah penting adalah teori pembelajaran multimedia (*cognitive theory of multimedia learning*) yang menjelaskan bahwa kombinasi elemen audio-visual dapat memperkuat pemrosesan informasi pada memori kerja

peserta didik, sehingga butir soal yang disertai ilustrasi, audio, atau video berpotensi memperjelas konteks pertanyaan dan mengurangi ambiguitas interpretasi (Mayer, 2009).

Kajian komparatif antara tes berbasis komputer dan tes berbasis kertas juga menjadi perhatian penting dalam literatur psikometri. Studi meta-analisis Mead dan Drasgow (1993) menemukan bahwa untuk tes kemampuan kognitif dengan batasan waktu ketat (*speeded test*), moda penyajian komputer dapat memengaruhi performa peserta dibandingkan moda kertas, sementara untuk *tes power* (tanpa tekanan waktu) kedua moda relatif ekuivalen. Temuan ini diperkuat oleh Noyes dan Garland (2008) yang menegaskan pentingnya mempertimbangkan faktor ergonomi antarmuka dan familiaritas pengguna terhadap perangkat digital agar hasil ujian berbasis komputer benar-benar mencerminkan kemampuan substantif peserta, bukan artefak dari perbedaan moda penyajian.

Dari sisi pemodelan psikometrik, IRT menawarkan beberapa varian model bergantung pada jumlah parameter butir yang diperhitungkan, mulai dari model satu parameter (1-PL, yang hanya memperhitungkan tingkat kesulitan butir), model dua parameter (2-PL, menambahkan daya beda butir), hingga model tiga parameter (3-PL, yang turut memperhitungkan peluang tebakan/guessing pada soal pilihan ganda) (Hambleton, Swaminathan dan Rogers, 1991). Pemilihan model bergantung pada karakteristik bank soal dan tujuan pengujian; untuk ujian sumatif sekolah dengan jumlah butir terbatas, model satu atau dua parameter umumnya sudah memadai, sedangkan *Computerized Adaptive Testing* berskala besar cenderung memanfaatkan model tiga parameter agar estimasi kemampuan peserta lebih akurat pada rentang kemampuan yang luas.

Penerapan prinsip *Assessment for Learning* dalam CBT juga membawa pergeseran paradigma evaluasi, dari orientasi assessment of learning yang semata-mata mengukur hasil akhir pembelajaran, menuju *assessment for learning* yang menempatkan proses evaluasi sebagai bagian dari siklus belajar itu sendiri (Black dan Wiliam, 1998). Dalam konteks ini, laporan hasil CBT yang dapat diakses segera setelah ujian bukan hanya berfungsi sebagai nilai akhir, melainkan juga sebagai bahan refleksi bagi peserta didik untuk mengidentifikasi kompetensi yang belum dikuasai, serta bagi guru untuk merancang intervensi pembelajaran lanjutan yang lebih tepat sasaran, sebelum kesenjangan kompetensi tersebut terakumulasi pada evaluasi sumatif berikutnya.

Selain aspek psikometrik, validitas dan reliabilitas instrumen tetap menjadi prasyarat mutlak sebelum sebuah bank soal CBT dapat digunakan secara luas. Validitas isi (content validity) memastikan butir soal mewakili keseluruhan kompetensi dasar yang hendak diukur, sementara reliabilitas menjamin konsistensi hasil pengukuran pada kondisi pengujian yang berbeda (Arikunto, 2013). Dalam konteks CBT, uji coba butir soal secara berkala dan pembaruan bank soal berdasarkan hasil analisis butir menjadi mekanisme penting untuk menjaga kedua aspek tersebut tetap terpenuhi dari waktu ke waktu.

Metodologi Pengembangan Sistem CBT

Pengembangan aplikasi CBT memerlukan metodologi rekayasa perangkat lunak yang terstruktur agar sistem yang dihasilkan andal, mudah dipelihara, dan sesuai kebutuhan pengguna. Pendekatan Waterfall digunakan untuk siklus pengembangan sekuensial yang ketat, di mana setiap tahap analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan diselesaikan secara berurutan sebelum berpindah ke tahap berikutnya (Sommerville, 2016). Pendekatan ini relatif cocok untuk pengembangan sistem CBT dengan kebutuhan yang sudah terdefinisi secara jelas sejak awal, seperti ujian sumatif berskala sekolah. Sebaliknya, kerangka Agile atau Scrum dipilih untuk pengembangan berbasis iterasi cepat (sprint) yang memungkinkan penyesuaian fitur secara bertahap berdasarkan umpan balik pengguna, sehingga lebih adaptif untuk sistem CBT yang terus dikembangkan dan disempurnakan dari waktu ke waktu (Pressman, 2015).

Pada level desain instruksional, model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) digunakan untuk memastikan bahwa setiap modul sistem berakar pada kebutuhan riil pengguna, bukan sekadar spesifikasi teknis (Branch, 2009). Kelima tahap ADDIE tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

- Analysis: identifikasi kebutuhan ujian, profil pengguna (guru, siswa, dan operator), serta audit ketersediaan perangkat keras dan jaringan di sekolah.
- Design: perancangan antarmuka pengguna, arsitektur basis data bank soal, dan logika pengacakan soal serta opsi jawaban.
- Development: pengkodean program (coding), pengisian bank soal beserta metadata butir (indikator, tingkat kesulitan), dan uji coba internal (unit testing).
- Implementation: pelatihan pengguna, sosialisasi prosedur ujian, dan uji coba operasional skala terbatas sebelum penerapan penuh.
- Evaluation: evaluasi kinerja sistem, tingkat penerimaan pengguna (user acceptance), serta identifikasi kebutuhan penyempurnaan berkelanjutan.

Integrasi antara metodologi rekayasa perangkat lunak dan model desain instruksional ini penting agar pengembangan CBT tidak hanya berorientasi pada kelayakan teknis sistem, tetapi juga pada kesesuaian pedagogis instrumen evaluasi yang dihasilkan.

Pemilihan antara pendekatan Waterfall dan Agile pada praktiknya bergantung pada kapasitas tim pengembang dan tingkat kepastian kebutuhan sistem di sekolah. Sekolah yang bermitra dengan vendor eksternal untuk pengadaan sistem CBT siap pakai cenderung lebih cocok dengan pendekatan Waterfall karena spesifikasi kebutuhan dapat dirumuskan secara kontraktual sejak awal, sedangkan sekolah atau yayasan yang mengembangkan sistem secara swadaya bersama tim internal lebih diuntungkan oleh pendekatan Agile karena memungkinkan penyesuaian fitur secara bertahap seiring masukan dari guru dan siswa pada setiap periode ujian (Pressman, 2015; Sommerville, 2016). Terlepas dari pendekatan yang dipilih, pengujian perangkat lunak (software testing) tetap menjadi tahap krusial yang tidak boleh diabaikan, mencakup pengujian fungsional untuk memastikan setiap fitur berjalan sesuai spesifikasi, pengujian beban (load testing) untuk memastikan sistem mampu menangani jumlah peserta ujian serentak, serta pengujian keamanan (security testing) untuk mengidentifikasi celah yang berpotensi dieksploitasi peserta ujian.

Arsitektur Teknis dan Keamanan Sistem

Dari perspektif rekayasa perangkat lunak, kualitas arsitektur CBT turut ditentukan oleh atribut non-fungsional seperti reliabilitas (kemampuan sistem tetap berjalan stabil tanpa gangguan selama ujian berlangsung), usability (kemudahan penggunaan antarmuka bagi peserta didik lintas jenjang usia), dan maintainability (kemudahan sistem diperbarui atau diperbaiki tanpa mengganggu layanan yang sedang berjalan) (Pressman, 2015; Sommerville, 2016). Ketiga atribut ini sering kali kurang mendapat perhatian dibandingkan atribut fungsional seperti fitur pengacakan soal atau penilaian otomatis, padahal kegagalan sistem di tengah pelaksanaan ujian misalnya server yang tidak responsif ketika seluruh peserta mengakses secara bersamaan dapat menimbulkan dampak psikologis dan administratif yang jauh lebih besar dibandingkan keterlambatan koreksi pada sistem PBT.

Arsitektur CBT modern berbasis web umumnya mengadopsi model three-tier architecture yang memisahkan lapisan presentasi (antarmuka pengguna), lapisan logika bisnis (business logic, termasuk mesin penilaian dan pengacakan soal), serta lapisan data (basis data bank soal dan hasil ujian) untuk menjamin skalabilitas dan kemudahan pemeliharaan sistem (Luecht dan Sireci, 2011). Pemisahan ini memungkinkan pengembang melakukan pembaruan pada satu

lapisan tanpa mengganggu fungsi lapisan lainnya, sekaligus memudahkan penskalaan kapasitas server ketika jumlah peserta ujian meningkat signifikan.

Pada aspek keamanan, perlindungan integritas ujian dilakukan melalui beberapa mekanisme, yaitu enkripsi data pada saat transmisi maupun penyimpanan, pengacakan butir soal (item shuffling) dan opsi jawaban antarpeserta, penerapan batas waktu otomatis per sesi maupun per butir soal, serta penggunaan browser lockdown untuk mencegah peserta membuka aplikasi lain selama ujian berlangsung. Strategi keamanan tambahan berupa perluasan bank soal yang bervariasi turut berperan penting dalam meminimalkan risiko kecurangan sistemik, sebagaimana ditegaskan dalam kajian mengenai deteksi kecurangan pada tes terstandar (Cizek, 2012).

Terkait pilihan model penyimpanan dan pengoperasian, sekolah dapat memilih antara skema on-premise, di mana server dan basis data dikelola secara mandiri di lingkungan sekolah, atau skema berbasis cloud yang mengandalkan penyedia layanan pihak ketiga. Skema on-premise menawarkan kendali penuh atas data siswa namun menuntut investasi perangkat keras dan kapasitas teknis pemeliharaan yang lebih besar, sementara skema cloud lebih fleksibel dari sisi biaya awal dan skalabilitas, tetapi menuntut kehati-hatian dalam pemilihan penyedia layanan yang menjamin perlindungan data pribadi peserta didik sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku. Pertimbangan ini menjadi relevan khususnya bagi sekolah berbasis keagamaan yang umumnya memiliki keterbatasan anggaran teknologi informasi dibandingkan sekolah negeri berskala besar.

Efisiensi Administrasi Evaluasi Berbasis CBT

Penerapan CBT memberikan dampak langsung terhadap efisiensi administrasi sekolah pada tiga dimensi utama. Pertama, efisiensi waktu; penilaian otomatis pada soal-soal objektif memotong waktu pemrosesan dan pelaporan hasil hingga 75% dibandingkan metode kertas, karena proses koreksi manual yang sebelumnya memakan waktu berhari-hari dapat diselesaikan sistem secara instan begitu peserta menyelesaikan ujian (Nurhidayah, 2020). Kedua, efisiensi biaya; meskipun membutuhkan pengeluaran awal untuk pengadaan perangkat dan infrastruktur jaringan, operasional CBT dalam jangka panjang dapat menghemat biaya sekolah berkisar 30-50% melalui penghapusan biaya cetak, penggandaan, dan distribusi lembar soal pada setiap periode ujian (Nurhidayah, 2020). Ketiga, efisiensi tenaga kerja; pengurangan beban kerja guru dalam pengoreksian manual menghemat rata-rata 8-12 jam kerja per siklus ujian, waktu yang kemudian dapat dialihkan guru untuk kegiatan pembelajaran remedial atau pengayaan (Nurhidayah, 2020).

Selain efisiensi operasional tersebut, CBT menyediakan fitur item analysis (analisis butir soal) secara otomatis yang sulit dilakukan secara manual dalam sistem PBT. Guru dapat langsung memperoleh data tingkat kesulitan (difficulty index), daya pembeda (discrimination index), dan efektivitas pengecoh (distractor analysis) setiap butir soal segera setelah ujian selesai (Haladyna dan Rodriguez, 2013; Ebel dan Frisbie, 1991). Data ini sangat berguna bagi guru untuk membangun bank soal yang tervalidasi dan berkelanjutan, sekaligus menjadi dasar objektif untuk merevisi atau membuang butir soal yang tidak memenuhi standar psikometrik.

Manfaat efisiensi administrasi CBT juga terasa pada level manajemen sekolah, bukan hanya pada level guru mata pelajaran. Dasbor pelaporan (reporting dashboard) yang umumnya melekat pada sistem CBT memungkinkan kepala sekolah dan pengawas memantau capaian hasil belajar secara agregat, baik per kelas, per mata pelajaran, maupun per periode ujian, tanpa perlu menunggu proses rekapitulasi manual yang memakan waktu. Kemampuan penelusuran data historis (longitudinal tracking) turut memudahkan sekolah dalam memetakan tren capaian peserta didik dari waktu ke waktu, sebagai dasar perumusan kebijakan pembelajaran remedial maupun program pengayaan yang lebih tepat sasaran (Nurhidayah, 2020).

Ditinjau dari perspektif analisis biaya-manfaat (cost-benefit analysis), investasi awal pengadaan perangkat dan pengembangan sistem CBT idealnya dipandang sebagai belanja modal (capital expenditure) yang memberikan penghematan berkelanjutan pada belanja operasional (operational expenditure) di tahun-tahun berikutnya. Dengan asumsi penghematan biaya cetak dan distribusi sebesar 30-50% setiap periode ujian sebagaimana dilaporkan Nurhidayah (2020), sekolah yang menyelenggarakan ujian secara rutin sepanjang tahun ajaran berpotensi mencapai titik impas (break-even point) investasi dalam beberapa siklus ujian, sebelum kemudian memperoleh penghematan bersih pada periode-periode selanjutnya. Perhitungan titik impas yang presisi tentu perlu disesuaikan dengan skala sekolah, jumlah peserta didik, dan skema pengadaan yang dipilih (mandiri, BYOD, atau kombinasi keduanya).

Implementasi CBT dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam

Karakteristik evaluasi PAI yang multidimensional—mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik—dapat diakomodasi oleh CBT melalui pemanfaatan media kaya (rich media). Penggunaan audio pembacaan Al-Qur'an untuk menguji kemampuan tajwid dan makharijul huruf, gambar visual tata cara ibadah untuk menguji pemahaman fikih praktis, atau video peragaan gerakan shalat untuk menilai ranah psikomotorik terbukti membuat instrumen soal lebih kontekstual dan mendekati situasi penilaian autentik dibandingkan soal berbasis teks semata (Mayer, 2009).

Implementasi CBT berbasis multimedia pada mata pelajaran PAI terbukti meningkatkan motivasi belajar peserta didik sebesar 23% dan menekan kecemasan ujian (test anxiety) sebesar 18% dibandingkan pelaksanaan ujian konvensional (Kusuma dan Hamid, 2019). Peningkatan motivasi ini diduga berkaitan dengan sifat interaktif dan umpan balik segera yang ditawarkan sistem CBT, sejalan dengan prinsip *Assessment for learning* yang telah diuraikan sebelumnya (Black dan Wiliam, 1998), sementara penurunan kecemasan berkaitan dengan format ujian yang lebih familiar bagi peserta didik generasi digital. Lebih jauh, integrasi modul *Natural Language Processing* (NLP) pada soal esai pendek membantu guru melakukan penilaian berbasis teks secara lebih efisien, meskipun untuk soal esai yang menuntut penalaran keagamaan mendalam, verifikasi manual oleh guru tetap diperlukan sebagai bentuk quality control.

Penilaian ranah afektif dalam PAI, seperti sikap keberagamaan, kejujuran, dan kedisiplinan beribadah, memerlukan pendekatan yang berbeda dari penilaian kognitif berbasis pilihan ganda. Dalam kerangka CBT, ranah afektif dapat diukur melalui instrumen skala sikap (*attitude scale*) yang disajikan secara digital, dilengkapi dengan pernyataan-pernyataan reflektif yang direspons peserta didik secara mandiri dan jujur karena sifatnya yang tidak selalu memiliki jawaban benar-salah. Sementara itu, penilaian ranah psikomotorik seperti praktik wudu, bacaan salat, atau tilawah Al-Qur'an dapat difasilitasi melalui unggahan video praktik yang kemudian dinilai guru menggunakan rubrik digital terintegrasi pada sistem CBT, sehingga proses penilaian tetap terdokumentasi secara sistematis meskipun objek yang dinilai bersifat performatif, bukan sekadar jawaban tertulis.

Penggunaan media digital dalam pembelajaran PAI juga perlu mempertimbangkan aspek etis dan kepatutan keagamaan, misalnya memastikan konten audio-visual yang digunakan seperti rekaman bacaan Al-Qur'an atau ilustrasi peragaan ibadah berasal dari sumber yang kredibel dan sesuai kaidah keagamaan yang berlaku di lingkungan sekolah. Selain itu, durasi penggunaan layar (*screen time*) selama ujian perlu diatur secara proporsional agar sejalan dengan prinsip pendidikan yang seimbang antara pemanfaatan teknologi dan pembinaan nilai-nilai keagamaan itu sendiri, sehingga CBT diposisikan sebagai alat bantu evaluasi, bukan pengganti interaksi pedagogis guru dan siswa secara keseluruhan.

Potensi lain yang ditawarkan CBT dalam pembelajaran PAI adalah personalisasi dan

diferensiasi penilaian. Melalui rekam jejak hasil ujian dari waktu ke waktu, sistem CBT memungkinkan guru mengidentifikasi pola kekuatan dan kelemahan setiap peserta didik pada subtema PAI tertentu, misalnya kemampuan tajwid yang baik namun pemahaman fikih muamalah yang masih lemah, sehingga intervensi pembelajaran dapat dirancang secara lebih individual dibandingkan pendekatan klasikal yang menyamaratakan seluruh peserta didik. Kemampuan diferensiasi semacam ini sulit dicapai secara konsisten dalam sistem PBT karena keterbatasan waktu guru untuk menganalisis pola jawaban setiap siswa secara manual pada setiap periode ujian.

Tantangan dan Strategi Solusi Implementasi

Terdapat beberapa tantangan utama dalam adopsi CBT di sekolah beserta strategi solusinya. Pertama, keterbatasan infrastruktur; sebagaimana disebutkan sebelumnya, survei nasional Suryadi dan Farida (2020) mencatat sekitar 62% sekolah di Indonesia belum memiliki sarana pendukung CBT yang memadai. Tantangan ini dapat diatasi melalui penggunaan CBT *Offline System* yang melakukan sinkronisasi data secara berkala tanpa bergantung pada koneksi internet yang stabil selama ujian berlangsung, sebagaimana dikembangkan untuk sekolah di daerah terpencil oleh Sihite (2021), serta melalui penerapan skema *Bring Your Own Device* (BYOD) yang memanfaatkan perangkat milik siswa untuk mengurangi kebutuhan pengadaan komputer sekolah dalam jumlah besar.

Kedua, kapasitas sumber daya manusia; keterbatasan literasi digital guru maupun operator sekolah dapat menghambat implementasi CBT secara optimal. Tantangan ini diatasi melalui program Teacher Professional Development yang berkelanjutan untuk meningkatkan literasi digital dan mengubah persepsi teknologis pendidik terhadap perubahan moda evaluasi (Ertmer dan Ottenbreit-Leftwich, 2010). Ketiga, integritas ujian; risiko kecurangan dalam moda digital dijamin melalui kombinasi bank soal yang luas, pengacakan urutan soal dan opsi jawaban, serta kontrol *browser lockdown* sebagaimana diuraikan pada bagian arsitektur keamanan (Cizek, 2012). Keempat, kecemasan komputer (*computer anxiety*) pada sebagian siswa yang belum terbiasa dengan moda ujian digital dapat ditekan melalui penyediaan sesi simulasi dan uji coba (*try-out*) CBT secara rutin sebelum ujian resmi dilaksanakan, sehingga peserta didik memiliki kesempatan beradaptasi dengan antarmuka sistem tanpa tekanan penilaian sesungguhnya.

Di luar keempat tantangan teknis-operasional tersebut, resistensi psikologis terhadap perubahan (*resistance to change*) di kalangan sebagian pendidik senior juga kerap menjadi penghambat implementasi CBT yang tidak dapat diselesaikan semata-mata melalui pelatihan teknis. Perubahan moda evaluasi yang telah berjalan puluhan tahun berpotensi memunculkan kekhawatiran kehilangan kendali atas proses penilaian maupun keraguan terhadap objektivitas sistem digital. Strategi manajemen perubahan (*change management*) yang melibatkan pendidik sejak tahap perencanaan, menyediakan ruang dialog atas kekhawatiran yang muncul, serta menunjukkan bukti nyata manfaat CBT melalui uji coba terbatas, terbukti lebih efektif menumbuhkan penerimaan dibandingkan pendekatan top-down yang memaksakan perubahan secara instruktif (Ertmer dan Ottenbreit-Leftwich, 2010).

Kelima, perlindungan data pribadi peserta didik menjadi tantangan yang semakin relevan seiring meningkatnya volume data yang disimpan sistem CBT, mulai dari identitas, hasil ujian, hingga rekam jejak aktivitas selama ujian berlangsung. Sekolah perlu memastikan penyedia sistem, baik yang dikembangkan secara mandiri maupun bermitra dengan vendor, menerapkan kebijakan tata kelola data yang jelas, termasuk pembatasan akses data hanya kepada pihak yang berkepentingan serta prosedur penghapusan data yang sudah tidak diperlukan, agar kepercayaan orang tua dan peserta didik terhadap sistem evaluasi digital tetap terjaga.

Secara umum, kelima kelompok tantangan tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan adopsi CBT di sekolah, termasuk pada mata pelajaran PAI, tidak semata-mata ditentukan oleh kesiapan teknologi, melainkan juga oleh kesiapan kelembagaan, kapasitas sumber daya

manusia, strategi mitigasi risiko yang terencana, serta tata kelola data yang bertanggung jawab.

Implikasi bagi Kebijakan dan Praktik Pendidikan

Temuan-temuan di atas memiliki sejumlah implikasi praktis bagi berbagai pemangku kepentingan pendidikan. Bagi pimpinan sekolah dan yayasan penyelenggara pendidikan keagamaan, hasil kajian ini menegaskan pentingnya menempatkan adopsi CBT sebagai bagian dari perencanaan strategis jangka menengah, bukan keputusan reaktif yang diambil mendadak menjelang periode ujian. Perencanaan tersebut idealnya mencakup audit kesiapan infrastruktur, penganggaran bertahap, serta peta jalan peningkatan kapasitas guru, sehingga transisi dari PBT ke CBT dapat berlangsung secara terkendali tanpa mengorbankan kualitas pembelajaran maupun kesejahteraan psikologis peserta didik.

Bagi pengembang kurikulum dan instrumen evaluasi PAI, kajian ini menggarisbawahi perlunya pengembangan bank soal multimedia yang secara khusus dirancang untuk mengukur ranah afektif dan psikomotorik, bukan sekadar mengonversi soal pilihan ganda berbasis teks ke dalam format digital. Sementara itu, bagi pembuat kebijakan pendidikan pada tingkat yang lebih luas, temuan mengenai kesenjangan kesiapan infrastruktur antarsekolah mengindikasikan perlunya skema dukungan yang terdiferensiasi, misalnya subsidi perangkat atau pelatihan bagi sekolah dengan keterbatasan sumber daya, agar transformasi digital evaluasi pembelajaran tidak justru memperlebar kesenjangan mutu pendidikan antarwilayah.

Conclusion

Kajian pustaka ini menunjukkan bahwa pengembangan *Computer-Based Test* (CBT) sebagai sistem evaluasi pembelajaran tidak sekadar mengalihkan media kertas ke layar komputer, melainkan mentransformasi ekosistem administrasi evaluasi pendidikan secara menyeluruh. Berlandaskan pada teori Item Response Theory, prinsip *Assessment for learning*, dan teori pembelajaran multimedia, serta dikembangkan melalui metodologi rekayasa perangkat lunak seperti Waterfall dan Agile yang dipadukan dengan model desain instruksional ADDIE, CBT terbukti secara konseptual maupun empiris mampu meningkatkan efisiensi waktu, menekan biaya operasional jangka panjang, serta meringankan beban administratif pendidik.

Temuan kajian juga menegaskan bahwa keberhasilan transformasi digital evaluasi pembelajaran bersifat multidimensional, mencakup kesiapan teknis-infrastruktural, kesiapan metodologis dalam pengembangan sistem, kesiapan pedagogis dalam merancang instrumen yang relevan dengan karakteristik mata pelajaran, serta kesiapan kelembagaan dan manusia dalam mengelola perubahan. Keempat dimensi tersebut saling berkaitan dan tidak dapat dipenuhi secara parsial; sekolah yang hanya berfokus pada pengadaan perangkat tanpa memperkuat kapasitas guru, misalnya, berisiko menghasilkan implementasi CBT yang gagal memberikan manfaat pedagogis sebagaimana diharapkan.

Khusus dalam pembelajaran Pendidikan Agama Islam, CBT memperkaya variasi instrumen evaluasi melalui dukungan multimedia yang mendukung penilaian autentik terhadap aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik sekaligus, di samping berkontribusi pada peningkatan motivasi belajar dan penurunan kecemasan ujian peserta didik. Meskipun demikian, tantangan keterbatasan infrastruktur, kapasitas sumber daya manusia, integritas ujian, dan kecemasan komputer pada siswa tetap perlu diantisipasi secara sistematis.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar sekolah berbasis keagamaan menyusun peta jalan (*roadmap*) adopsi CBT secara bertahap, dimulai dari audit kesiapan infrastruktur dan sumber daya manusia, dilanjutkan dengan pengadaan sistem CBT mandiri atau skema Bring Your Own Device sesuai kondisi masing-masing sekolah, serta pelatihan guru secara sistematis dan berkelanjutan. Penelitian lanjutan berbasis data empiris di lapangan, khususnya

yang menguji efektivitas CBT multimedia pada evaluasi PAI di berbagai jenjang dan konteks sekolah keagamaan, perlu dilakukan untuk memperkuat generalisasi temuan kajian pustaka ini. Kajian empiris tersebut idealnya turut mengukur dampak jangka panjang CBT terhadap kualitas pembelajaran PAI secara menyeluruh, tidak terbatas pada indikator efisiensi administratif semata, sehingga kontribusi teknologi evaluasi digital terhadap pencapaian tujuan pendidikan agama dapat dipahami secara lebih utuh dan berimbang.

References

Arifin, Z. (2014) *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Arikunto, S. (2013) *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. Edisi ke-2*. Jakarta: Bumi Aksara.

Bartram, D. dan Hambleton, R. K. (eds) (2006) *Computer-Based Testing and the Internet: Issues and Advances*. Chichester: John Wiley & Sons.

Black, P. dan Wiliam, D. (1998) 'Assessment and classroom learning', *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), h. 7-74.

Branch, R. M. (2009) *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.

Cizek, G. J. (2012) *Handbook of Quantitative Methods for Detecting Cheating on Tests*. New York: Routledge.

Ebel, R. L. dan Frisbie, D. A. (1991) *Essentials of Educational Measurement. 5th edn.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Ertmer, P. A. dan Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010) 'Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect', *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), h. 255-284.

Haladyna, T. M. dan Rodriguez, M. C. (2013) *Developing and Validating Test Items*. New York: Routledge.

Hambleton, R. K., Swaminathan, H. dan Rogers, H. J. (1991) *Fundamentals of Item Response Theory*. Newbury Park: SAGE Publications.

Kusuma, A. W. dan Hamid, M. A. (2019) 'Efektivitas penggunaan CBT berbasis multimedia terhadap motivasi dan kecemasan ujian siswa pada mata pelajaran PAI', *Jurnal Teknologi Pendidikan Islam,* 4(2), h. 48-62.

Luecht, R. M. dan Sireci, S. G. (2011) *A Review of Models for Computer-Based Testing. Research Report 2011-12.* New York: College Board.

Mayer, R. E. (2009) *Multimedia Learning. 2nd edn*. Cambridge: Cambridge University Press.

Mead, A. D. dan Drasgow, F. (1993) 'Equivalence of computerized and paper-and-pencil cognitive ability tests: A meta-analysis', *Psychological Bulletin*, 114(3), h. 449-458.

Munir (2017) *Pembelajaran Digital*. Bandung: Alfabeta.

Noyes, J. M. dan Garland, K. J. (2008) 'Computer- vs. paper-based tasks: Are they equivalent?', *Ergonomics,* 51(9), h. 1352-1375.

Nurhidayah, R. (2020) 'Analisis efisiensi administrasi ujian sekolah berbasis komputer di SMA se-Kota Yogyakarta', *Jurnal Manajemen Pendidikan*, 15(1), h. 72-85.

Pressman, R. S. (2015) *Software Engineering: A Practitioner's Approach. 8th edn*. New York: McGraw-Hill Education.

Sihite, R. (2021) 'Pengembangan sistem CBT offline untuk sekolah di daerah terpencil', *Jurnal Teknologi Informasi Pendidikan,* 14(2), h. 40-52.

Sommerville, I. (2016) *Software Engineering. 10th edn*. Harlow: Pearson Education.

Suryadi, A. dan Farida, I. (2020) 'Kesiapan infrastruktur sekolah dalam implementasi ujian berbasis komputer: Survei nasional', *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 20(1), h. 38-52.